

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2004-037925**

(43)Date of publication of application : **05.02.2004**

(51)Int.CI.

G02B 15/20

G02B 13/18

G02B 15/16

G03B 11/00

H04N 5/225

// H04N101:00

(21)Application number : **2002-196169**

(71)Applicant : **MINOLTA CO LTD**

(22)Date of filing : **04.07.2002**

(72)Inventor : **HAGIMORI HITOSHI**

YAMAMOTO YASUSHI

YAGYU GENTA

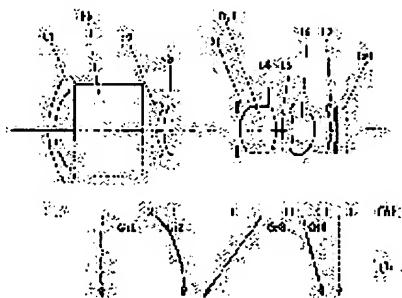
ISHIMARU KAZUHIKO

(54) IMAGING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact imaging apparatus provided with a high performance and high magnifying power zoom lens system.

SOLUTION: The imaging apparatus is provided with a zoom lens system having a plurality of lens groups for continuously optically forming the optical image of an object so as to vary power by changing intervals between a plurality of the lens group and an imaging device for converting the optical image formed by the zoom lens system to electric signals. The zoom lens system is provided with a first lens group having negative power as a whole and having a reflection surface for bending a luminous flux for about 90° and a second lens group arranged with a changeable air interval from the first lens group and having power in the order from an object side. The first lens group is composed of a negative lens element having the negative power and the reflection surface in the order from the object side.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] **17.09.2004**

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-37925

(P2004-37925A)

(43) 公開日 平成16年2月5日(2004. 2. 5)

(51) Int.C1.⁷

G02B 15/20
G02B 13/18
G02B 15/16
G03B 11/00
HO4N 5/225

F 1

G02B 15/20
G02B 13/18
G02B 15/16
G03B 11/00
HO4N 5/225

テーマコード(参考)

2H083
2H087
5CO22

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 41 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号
(22) 出願日

特願2002-196169 (P2002-196169)
平成14年7月4日 (2002.7.4)

(71) 出願人

000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13
号 大阪国際ビル

萩森 仁

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13
号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

山本 康

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13
号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

柳生 玄太

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13
号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

最終頁に続く

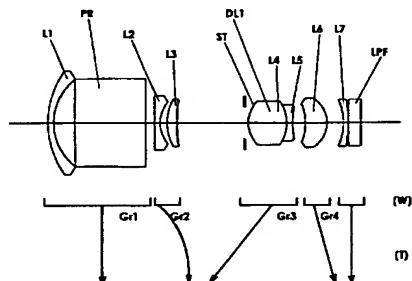
(54) 【発明の名称】撮像装置

(57) 【要約】

【課題】高性能で高倍率ズームレンズ系を備えながら、コンパクトな、撮像装置を提供する。

【解決手段】複数のレンズ群を有し、該複数のレンズ群間の間隔を変化させることによって物体の光学像を連続的に光学的に変倍可能に形成するズームレンズ系と、ズームレンズ系が形成した光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置であって、前記ズームレンズ系は、物体側から順に、全体として負のパワーを有し、光束を略90°折り曲げる反射面を含む第1レンズ群と、前記第1レンズ群との間に変化可能な空気間隔を隔てて配置され、パワーを有する第2レンズ群と、を含み、前記第1レンズ群は、物体側から順に、負のパワーを有する負レンズ素子と、反射面と、からなる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のレンズ群を有し、該複数のレンズ群間の間隔を変化させることによって物体の光学像を連続的に光学的に変倍可能に形成するズームレンズ系と、ズームレンズ系が形成した光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置であって、
前記ズームレンズ系は、物体側から順に、

全体として負のパワーを有し、光束を略 90° 折り曲げる反射面を含む第 1 レンズ群と、
前記第 1 レンズ群との間に変化可能な空気間隔を隔てて配置され、パワーを有する第 2 レンズ群と、を含み、

前記第 1 レンズ群は、物体側から順に、負のパワーを有する負レンズ素子と、反射面と、 10
からなることを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記ズームレンズ系の第 1 レンズ群が、物体側から順に、負のパワーを有する第 1 レンズ素子及び反射面から構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記ズームレンズ系の第 1 レンズ群が、変倍に際して像面に対して固定されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記ズームレンズ系の最も像側の面と、前記撮像素子との間に、光学的ローパスフィルタを配置していることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の撮像装置。 20

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかの撮像装置を備えたデジタルカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】

本発明は、CCD (Charge Coupled Device 電荷結合素子) や CMOS センサ (Complementary Metal-oxide Semiconductor 相補性金属酸化膜半導体センサ) 等の受光面上に形成された光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置に関し、特にデジタルカメラ；パソコンコンピュータ，モバイルコンピュータ，携帯電話，情報携帯端末 (PDA : Personal Digital Assistant) 等に内蔵又は外付けされるカメラの主たる構成要素である撮像装置に関するものである。詳しくは、特にズームレンズ系を備えた小型の撮像装置に関する。 30

【0002】

【従来の技術】

近年、銀塩フィルムの代わりに CCD や CMOS センサなどの撮像素子を用いて、光学像を電気信号に変換し、そのデータをデジタル化して記録したり転送したりするデジタルカメラが急速に普及してきている。このようなデジタルカメラにおいては、最近、200 万画素や 300 万画素といった高画素を有する CCD や CMOS センサが比較的安価に提供されるようになったため、撮像素子を装着した高性能な撮像装置に対する需要が非常に増大しているおり、特に、画質を劣化させずに変倍が可能なズームレンズ系を搭載したコンパクトな撮像装置が切望されている。 40

【0003】

さらに、近年では、半導体素子等の画像処理能力の向上により、パソコンコンピュータ，モバイルコンピュータ，携帯電話，情報携帯端末 (PDA : Personal Digital Assistant) 等に撮像装置が内蔵又は外付けされるようになっており、高性能な撮像装置に対する需要に拍車をかけている。

【0004】

このような撮像装置に用いられるズームレンズ系としては、最も物体側に配置されたレンズ群が負のパワーを有する、いわゆるマイナスリードのズームレンズ系が数多く提案され

ている。マイナスリードのズームレンズ系は、広角化が容易であり、光学的ローパスフィルタの挿入に必要なレンズバックを確保しやすい等の特徴を有している。

【0005】

マイナスリードのズームレンズ系としては、従来から銀塩フィルム用カメラの撮影レンズ系として提案されたズームレンズ系がある。しかしながら、これらのズームレンズ系は、特に最短焦点距離状態でのレンズ系の射出瞳位置が比較的像面の近くに位置するため、特に高画素を有する撮像素子の各画素に対応して設けられたマイクロレンズの瞳と整合せず、周辺光量が十分に確保できないという問題があった。また、変倍時に射出瞳位置が大きく変動するため、マイクロレンズの瞳の設定が困難であるという問題もあった。また、そもそも銀塩フィルムと撮像素子では、求められる空間周波数特性等の光学性能が全く異なるため、撮像素子に要求される十分な光学性能を確保できなかった。このため、撮像素子を備えた撮像装置に最適化された専用のズームレンズ系を開発する必要が生じている。

【0006】

一方、撮像装置を小型化するために、ズームレンズ系を光路の途中で折り曲げ、光路長を変化させずにコンパクト化を図かる提案が成されている。例えば、特開平11-196303号公報には、マイナスリードのズームレンズ系において、光路上に反射面を設けて略90°折り曲げた後、移動レンズ群を経て撮像素子上に光学像を形成する撮像装置が提案されている。同公報開示の撮像装置は、負メニスカス形状の固定レンズ素子の像側に反射面を設け、この反射面で光路を略90°折り曲げた後、可動の2つの正レンズ群、固定の正レンズ群を経て撮像素子に至る構成を有している。

【0007】

また別の例として、特開平11-258678号公報には、負メニスカス形状の固定レンズ素子、可動の正レンズ群の像側に反射面を設け、この反射面で光路を略90°折り曲げた後、正レンズ群を経て撮像素子に至る構成が開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記2つの公報においては、鏡胴の構成のみしか開示されておらず、具体的なズームレンズ系の構成が不明であるという問題があった。ズームレンズ系を備えた撮像装置では、体積的に最も大きな空間を占めるズームレンズ系を最適化しない限り、全体の小型化を達成することは困難である。

【0009】

本発明は、以上の課題に鑑み、高性能で高倍率ズームレンズ系を備えながら、コンパクトな、撮像装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明に係る撮像装置は、複数のレンズ群を有し、該複数のレンズ群間の間隔を変化させることによって物体の光学像を連続的に光学的に変倍可能に形成するズームレンズ系と、ズームレンズ系が形成した光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置であって、前記ズームレンズ系は、物体側から順に、全体として負のパワーを有し、光束を略90°折り曲げる反射面を含む第1レンズ群と、前記第1レンズ群との間に変化可能な空気間隔を隔てて配置され、パワーを有する第2レンズ群と、を含み、前記第1レンズ群は、物体側から順に、負のパワーを有する負レンズ素子と、反射面と、からなることを特徴とする。

【0011】

また、本発明の別の側面は、上記撮像装置を含むデジタルカメラであることを特徴とする。なお、デジタルカメラの語は、従来は専ら光学的な静止画を記録するものを指していたが、動画を同時に扱えるものや家庭用のデジタルビデオカメラも提案されており、現在では特に区別されなくてなってきている。したがって、以下、デジタルカメラの語は、デジタルスチルカメラやデジタルムービー等の撮像素子の受光面上に形成された光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置を主たる構成要素とするカメラをすべて含むも

10

20

30

40

50

のとする。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明の一実施形態について説明する。

【0013】

本発明の一実施形態である撮像装置は、例えば図19に示すように、物体側（被写体側）から順に、物体の光学像を変倍可能に形成するズームレンズ系とTL、光学的ローパスフィルタLPFと、ズームレンズ系TLにより形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子SRと、で構成されている。また、ズームレンズ系は、内部に反射面を有するプリズムPRを有する第1レンズ群Gr1と、後続するレンズ群を含んでいる。撮像装置は、デジタルカメラ；ビデオカメラ；パソコン；モバイルコンピュータ、携帯電話、情報携帯端末（PDA：Personal Digital Assistance）等に内蔵又は外付けされるカメラの主たる構成要素である。

【0014】

ズームレンズ系TLは、第1レンズ群Gr1を含む複数のレンズ群から構成されており、各レンズ群の間の間隔を変化させることによって光学像の大きさを変化させることが可能である。第1レンズ群Gr1は負のパワーを有しており、内部に物体光の光軸を約90°折り曲げるプリズムPRを有する。

【0015】

光学ローパスフィルタLPFは、撮影レンズ系の空間周波数特性を調整し撮像素子で発生する色モアレを解消するための特定の遮断周波数を有している。実施形態の光学ローパスフィルタは、結晶軸を所定方向に調整された水晶等の複屈折材料や偏光面を変化させる波長板等を積層して作成された複屈折型ローパスフィルタである。なお、光学ローパスフィルタとしては、必要な光学的な遮断周波数の特性を回折効果により達成する位相型ローパスフィルタ等を採用してもよい。

【0016】

撮像素子SRは、複数の画素を有するCCDからなり、ズームレンズ系が形成した光学像をCCDで電気信号に変換する。撮像素子SRで生成された信号は、必要に応じて所定のデジタル画像処理や画像圧縮処理等を施されてデジタル映像信号としてメモリー（半導体メモリー、光ディスク等）に記録されたり、場合によってはケーブルを介したり赤外線信号に変換されたりして他の機器に伝送される。なお、CCDの代わりにCMOSセンサ（Complementary Metal-oxide Semiconductor）を用いてもよい。

【0017】

図1乃至図9は、本発明の第1乃至第9実施形態の撮像装置に含まれるズームレンズ系の最短焦点距離状態でのレンズ配置を示す構成図である。なお、各図においては、内部反射面を有するプリズムPRを平行平板で表し光路を直線的に表している。

【0018】

第1の実施形態のズームレンズ系は、物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第1レンズ素子L1とプリズムに相当する平板PRと、から構成される第1レンズ群Gr1と、両凹形状の第2レンズ素子L2と物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L3と、から構成される第2レンズ群Gr2と、絞りSTと、両凸形状の第4レンズ素子L4と両凹形状の第5レンズ素子L5とを接合してなる第1接合レンズ素子DL1から構成される第3レンズ群Gr3と、物体側に凹面を向けた正メニスカス形状の第6レンズ素子L6から構成される第4レンズ群Gr4と、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の第7レンズ素子L7とから構成される第5レンズ群Gr5と、から構成されている。さらに、このズームレンズ系の第5レンズ群Gr5の像側には、光学的ローパスフィルタに相当する平行平板LPFが配置されている。

【0019】

このズームレンズ系は、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態へのズーミングに際して

10

20

30

40

50

、第1レンズ群G_r1は像面に対して固定され、第2レンズ群G_r2は一旦像側へ移動した後で物体側へ移動するよう像側に凸のUターン状の軌跡を描いて移動し、第3レンズ群G_r3は、第3レンズ群G_r3の物体側に配置された絞りSTと一体となりほぼ単調に物体側へ移動し、第4レンズ群G_r4はほぼ単調に像側へ移動し、第5レンズ群G_r5は、第5レンズ群G_r5の像側に配置された平行平板LPFとともに、像面に対して固定されている。

【0020】

レンズ素子の面のうち、第2レンズ素子L₂の両面と、第6レンズ素子L₆の像側面と、第7レンズ素子L₇の物体側面は、それぞれ非球面形状を有している。

【0021】

第2の実施形態のズームレンズ系は、物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第1レンズ素子L₁、プリズムに相当する平板PR、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第2レンズ素子L₂とから構成される第1レンズ群G_r1と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第3レンズ素子L₃と物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第4レンズ素子L₄と、から構成される第2レンズ群G_r2と、絞りSTと、両凸形状の第5レンズ素子L₅と両凹形状の第6レンズ素子L₆とを接合してなる第1接合レンズ素子DL₁から構成される第3レンズ群G_r3と、物体側に凹面を向けた正メニスカス形状の第7レンズ素子L₇から構成される第4レンズ群G_r4と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第8レンズ素子L₈とから構成される第5レンズ群G_r5と、から構成されている。さらに、このズームレンズ系の第5レンズ群G_r5の像側には、光学的ローパスフィルタに相当する平行平板LPFが配置されている。10
20

【0022】

このズームレンズ系は、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態へのズーミングに際して、第1レンズ群G_r1は像面に対して固定され、第2レンズ群G_r2は一旦像側へ移動した後で物体側へ移動するよう像側に凸のUターン状の軌跡を描いて移動し、第3レンズ群G_r3は、第3レンズ群G_r3の物体側に配置された絞りSTと一体となりほぼ単調に物体側へ移動し、第4レンズ群G_r4はほぼ単調に像側へ移動し、第5レンズ群G_r5は、第5レンズ群G_r5の像側に配置された平行平板LPFとともに、像面に対して固定されている。

【0023】

レンズ素子の面のうち、第1レンズ素子L₁の物体側面、第3レンズ素子L₃の両面、第7レンズ素子L₇の像側面、第8レンズ素子L₈の物体側面は、それぞれ非球面形状を有している。

【0024】

第3の実施形態のズームレンズ系は、物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第1レンズ素子L₁とプリズムに相当する平板PRと、から構成される第1レンズ群G_r1と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第2レンズ素子L₂と物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L₃と、から構成される第2レンズ群G_r2と、絞りSTと、両凸形状の第4レンズ素子L₄と両凹形状の第5レンズ素子L₅とを接合してなる第1接合レンズ素子DL₁から構成される第3レンズ群G_r3と、物体側に凹面を向けた正メニスカス形状の第6レンズ素子L₆から構成される第4レンズ群G_r4と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第7レンズ素子L₇とから構成される第5レンズ群G_r5と、から構成されている。さらに、このズームレンズ系の第5レンズ群G_r5の像側には、光学的ローパスフィルタに相当する平行平板LPFが配置されている。40

【0025】

このズームレンズ系は、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態へのズーミングに際して、第1レンズ群G_r1は像面に対して固定され、第2レンズ群G_r2は一旦像側へ移動した後で物体側へ移動するよう像側に凸のUターン状の軌跡を描いて移動し、第3レンズ群G_r3は、第3レンズ群G_r3の物体側に配置された絞りSTと一体となりほぼ単調に物50

体側へ移動し、第4レンズ群G_r4はほぼ単調に像側へ移動し、第5レンズ群G_r5は、第5レンズ群G_r5の像側に配置された平行平板LPFとともに、像面に対して固定されている。

【0026】

レンズ素子の面のうち、第2レンズ素子L₂の両面と、第5レンズ素子L₅の像側面と、第6レンズ素子L₆の両面は、それぞれ非球面形状を有している。

【0027】

第4の実施形態のズームレンズ系は、物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第1レンズ素子L₁とプリズムに相当する平板PRと、から構成される第1レンズ群G_r1と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第2レンズ素子L₂と物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L₃と、から構成される第2レンズ群G_r2と、絞りSTと、両凸形状の第4レンズ素子L₄と、物体側に凹面を向けた正メニスカス形状の第5レンズ素子L₅と物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の第6レンズ素子L₆を接合してなる第1接合レンズ素子DL₁から構成される第3レンズ群G_r3と、両凸形状の第7レンズ素子L₇から構成される第4レンズ群G_r4と、から構成されている。さらに、このズームレンズ系の第4レンズ群G_r4の像側には、光学的ローパスフィルタに相当する平行平板LPFが配置されている。

【0028】

このズームレンズ系は、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態へのズーミングに際して、第1レンズ群G_r1は像面に対して固定され、第2レンズ群G_r2は一旦像側へ移動し後で物体側へ移動するよう像側に凸のUターン状の軌跡を描いて移動し、第3レンズ群G_r3は、第3レンズ群G_r3の物体側に配置された絞りSTと一緒にほぼ単調に物体側へ移動し、第4レンズ群G_r4はほぼ単調に像側へ移動し、平行平板LPFは像面に対して固定されている。

10

20

【0029】

30

レンズ素子の面のうち、第2レンズ素子L₂の両面と、第6レンズ素子L₆の像側面と、第7レンズ素子L₇の両面は、それぞれ非球面形状を有している。

【0030】

第5の実施形態のズームレンズ系は、物体側から像側へ順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズからなる第1レンズ素子L₁とプリズムに相当する平板PRと、から構成される第1レンズ群G_r1と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第2レンズ素子L₂と物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L₃と、から構成される第2レンズ群G_r2と、絞りSTと、両凸形状の第4レンズ素子L₄と両凹形状の第5レンズ素子L₅とを接合してなる第1接合レンズ素子DL₁から構成される第3レンズ群G_r3と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第6レンズ素子L₆から構成される第4レンズ群G_r4と、から構成されている。さらに、このズームレンズ系の第4レンズ群G_r4の像側には、光学的ローパスフィルタに相当する平行平板LPFが配置されている。

。

30

40

【0031】

このズームレンズ系は、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態へのズーミングに際して、第1レンズ群G_r1は像面に対して固定され、第2レンズ群G_r2は一旦像側へ移動した後で物体側へ移動するよう像側に凸のUターン状の軌跡を描いて移動し、第3レンズ群G_r3は、第3レンズ群G_r3の物体側に配置された絞りSTと一緒にほぼ単調に物体側へ移動し、第4レンズ群G_r4はほぼ単調に像側へ移動し、平行平板LPFは像面に対して固定されている。

【0032】

レンズ素子の面のうち、第2レンズ素子L₂の両面と、第5レンズ素子L₅の像側面と、第6レンズ素子L₆の両面は、それぞれ非球面形状を有している。

【0033】

第6の実施形態のズームレンズ系は、物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けた負メ

50

ニスカスレンズからなる第1レンズ素子L1、プリズムに相当する平板PRと、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第2レンズ素子L2、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L3、から構成される第1レンズ群Gr1と、絞りSTと、両凸形状の第4レンズ素子L4と両凹形状の第5レンズ素子L5とを接合してなる第1接合レンズ素子DL1から構成される第2レンズ群Gr2と、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の第6レンズ素子L6から構成される第4レンズ群Gr4と、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の第7レンズ素子L7から構成される第7レンズ群Gr5と、から構成されている。さらに、このズームレンズ系の第4レンズ群Gr4の像側には、光学的ローパスフィルタに相当する平行平板LPFが配置されている。

【0034】

10

このズームレンズ系は、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態へのズーミングに際して、第1レンズ群Gr1は一旦像側へ移動した後で物体側へ移動するよう像側に凸のUタン状の軌跡を描いて移動し、第2レンズ群Gr2は、第2レンズ群Gr2の物体側に配置された絞りSTと一緒にとなりほぼ単調に物体側へ移動し、第3レンズ群Gr3はほぼ単調に像側へ移動し、第4レンズ群Gr4は平行平板LPFとともに像面に対して固定されている。

【0035】

レンズ素子の面のうち、第2レンズ素子L2の両面と、第5レンズL5の像側面と、第6レンズ素子L6の物体側面と、それぞれ非球面形状を有している。

【0036】

20

第7の実施形態のズームレンズ系は、物体側から像側へ順に、両凹形状の第1レンズ素子L1、プリズムに相当する平板PRとから構成される第1レンズ群Gr1と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第2レンズ素子L2と物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第3レンズ素子L3と、から構成される第2レンズ群Gr2と、この第2レンズ素子L2と第3レンズ素子L3の間に配置された絞りSTと、両凸形状の第4レンズ素子L4から構成される第3レンズ群Gr3と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第5レンズ素子L5と、両凸形状の第6レンズ素子L6から構成される第4レンズ群Gr4と、から構成される。さらに、このズームレンズ系の第4レンズ群Gr4の像側には、光学的ローパスフィルタに相当する平行平板LPFが配置されている。

【0037】

30

このズームレンズ系は、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態へのズーミングに際して、第1レンズ群Gr1は像面に対して固定され、第2レンズ群Gr2は、ほぼ単調に物体側へ移動し、第3レンズ群Gr3は絞りSTと一緒にとなりほぼ単調に物体側へ移動し、第4レンズ群Gr4は平行平板LPFとともに像面に対して固定されている。

【0038】

レンズ素子の面のうち、第1レンズ素子L1の両面と、第2レンズ素子L2の物体側面、第3レンズL3の両面と、第6レンズ素子L6の像側面と、それぞれ非球面形状を有している。

【0039】

40

第8の実施形態のズームレンズ系は、物体側から像側へ順に、両凹形状の第1レンズ素子L1、プリズムに相当する平板PRとから構成される第1レンズ群Gr1と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第2レンズ素子L2と物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第3レンズ素子L3と、から構成される第2レンズ群Gr2と、この第2レンズ素子L2と第3レンズ素子L3の間に配置された絞りSTと、両凸形状の第4レンズ素子L4から構成される第3レンズ群Gr3と、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の第5レンズ素子L5と、両凸形状の第6レンズ素子L6から構成される第4レンズ群Gr4と、から構成される。さらに、このズームレンズ系の第4レンズ群Gr4の像側には、光学的ローパスフィルタに相当する平行平板LPFが配置されている。

【0040】

このズームレンズ系は、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態へのズーミングに際して

50

、第1レンズ群G_r1は像面に対して固定され、第2レンズ群G_r2は、物体側に凸の軌跡を描きながら絞りSTと一緒になり物体側へ移動し、第3レンズ群G_r3はほぼ単調に物体側へ移動し、第4レンズ群G_r4はほぼ単調に像側へ移動し、平行平板LPFは像面に対して固定されている。

【0041】

このズームレンズ系は、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態へのズーミングに際して、第1レンズ群G_r1は一旦像側へ移動した後で物体側へ移動するよう像側に凸のUターン状の軌跡を描いて移動し、第2レンズ群G_r2は、第2レンズ群G_r2の物体側に配置された絞りSTと一緒にほぼ単調に物体側へ移動し、第3レンズ群G_r3はほぼ単調に像側へ移動し、第4レンズ群G_r4は平行平板LPFとともに像面に対して固定されている。
10

【0042】

レンズ素子の面のうち、第1レンズ素子L1の両面と、第2レンズ素子L2の物体側面、第3レンズL3の両面と、第6レンズ素子L6の像側面と、それぞれ非球面形状を有している。

【0043】

第9の実施形態のズームレンズ系は、物体側から像側へ順に、両凹形状の第1レンズ素子L1、プリズムに相当する平板PRとから構成される第1レンズ群G_r1と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第2レンズ素子L2から構成される第2レンズ群G_r2と、絞りSTと、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第3レンズ素子L3から構成される第3レンズ群G_r3と、両凸形状の第4レンズ素子L4から構成される第4レンズ群G_r4と、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第5レンズ素子L5、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第6レンズ素子L6から構成される第5レンズ群G_r5と、から構成される。さらに、このズームレンズ系の第5レンズ群G_r5の像側には、光学的ローパスフィルタに相当する平行平板LPFが配置されている。
20

【0044】

このズームレンズ系は、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態へのズーミングに際して、第1レンズ群G_r1は像面に対して固定され、第2レンズ群G_r2は、物体側に凸の軌跡を描きながら絞りSTと一緒になり物体側へ移動し、第3レンズ群G_r3はほぼ単調に物体側へ移動し、第4レンズ群G_r4はほぼ単調に物体側へ移動し、第5レンズ群G_r5は平行平板LPFとともに像面に対して固定されている。
30

【0045】

レンズ素子の面のうち、第1レンズ素子L1の両面と、第2レンズ素子L2の物体側面、第3レンズL3の両面と、第6レンズ素子L6の像側面と、それぞれ非球面形状を有している。

【0046】

各実施形態のズームレンズ系は、第1群内部に物体光の光軸を略90°折り曲げる反射面を持つようリズムPRを備えている。このように、物体光の光軸を略90°折り曲げることにより、撮像装置の見かけ上の薄型化を達成することが可能になる。

【0047】

デジタルカメラを例に考えた場合、装置中で最も大きな体積を占有するのは、ズームレンズ系を含めた撮像装置である。特に、デジタルカメラで従来のレンズシャッタータイプのフィルムカメラのように、光軸の方向を変更することなくズームレンズ系に含まれるレンズや絞り等の光学要素を直線的に配列した場合、カメラの厚み方向の大きさは、撮像装置に含まれるズームレンズ系の最も物体側の構成から撮像素子までの大きさで事実上決定される。ところが、近年の撮像素子に対する高画素化に伴い、撮像装置の収差補正レベルも飛躍的に向上している。このため、撮像装置に含まれるズームレンズ系のレンズ素子の枚数も増大する一方であり、非使用時（いわゆる沈胴状態）でもレンズ素子の厚みのため薄型を達成することが困難になっている。
40

【0048】

これに対し、各実施形態のズームレンズ系のように反射面により物体光の光軸を略90°折り曲げる構成を採用することにより、非使用時には撮像装置の厚さ方向の大きさを最も物体側のレンズから反射面までの大きさまで小さくすることが可能になるため、撮像装置の見かけ上の薄型化を達成することができるようになるのである。また、反射面により物体光の光軸を略90°折り曲げる構成を採用することにより、反射面近傍では物体光の光路を重ね合わせることができるために、空間を有効に使用することができ、撮像装置のさらなる小型化を達成することができる。

【0049】

反射面の位置は、第1レンズ群Gr1内部であることが望ましい。最も物体側に配置された第1レンズ群Gr1内部に配置することにより、撮像装置の厚さ方向の大きさを最小にすることが可能になる。
10

【0050】

反射面が含まれる第1レンズ群Gr1は、負のパワーを有することが望ましい。第1レンズ群Gr1が負のパワーを持つことにより、反射面位置での反射面の大きさを小さくすることが可能になる。また、第1レンズ群Gr1が負のパワーを有する構成を採用することにより、ズームレンズ系がいわゆるマイナスリードタイプになる。マイナスリードタイプのズームレンズ系は、広い焦点距離領域において、レトロフォーカスタイルの構成をとりやすく、撮像素子に光学像を形成するための光学系に必要な像側テレセントリック性を達成することができるようになる望ましい。
20

【0051】

反射面は、(a) 内部反射プリズム(実施形態)、(b) 表面反射プリズム、(c) 内部反射平板ミラー、(d) 表面反射ミラー、のいずれを採用してもよいが、(a) 内部反射プリズムが最適である。内部反射プリズムを採用することにより、物体光がプリズムの媒質中を通過することになるため、プリズムを透過する際の面間隔は、媒質の屈折率に応じて通常の空気間隔よりも物理的な間隔よりも短い換算面間隔になる。このため、反射面の構成として内部反射プリズムを採用した場合、光学的に等価な構成を、よりコンパクトなスペースで達成することができる望ましい。
20

【0052】

反射面を内部反射プリズムで構成する場合、プリズムの材質は、以下の条件を満足することが望ましい。
30

【0053】

$$N_p \geq 1.55 \dots (1)$$

ただし、

N_p はプリズムの材質の屈折率、
である。

【0054】

プリズムの屈折率が上記の範囲を下まわると、コンパクト化への寄与が小さくなり好ましくない。

【0055】

さらに、上記範囲に加えて以下の範囲にあることが好ましい。
40

【0056】

$$N_p \geq 1.7 \dots (1)$$

また、反射面は、完全な全反射面でなくてもよい。反射面のうち一部分の反射率を適宜調整して一部の物体光を分岐するようにし、測光や測距用のセンサに入射させてもよい。さらに、反射面全面の反射率を適宜調整してファインダ光を分岐させてもよい。さらに、各実施形態では、プリズムの入射面と出射面はいずれも平面であるが、パワーを持つ面であってもよい。

【0057】

反射面より、物体側は1枚のレンズ素子で構成されていることが望ましい。第1群内部に物体光の光軸を略90°折り曲げる反射面を持つようリズムPRを有する構造では、最も
50

物体側に配置されたレンズの物体側面から反射面までの間隔で、光学系の実質的な厚みが決定されてしまうので、反射面より物体側の構成を、1枚のレンズ素子で構成することにより、薄型の光学系を得ることが可能になる。また、鏡胴構成の自由度を増加させることができ、撮像装置の低コスト化を達成することができる。

【0058】

さらに、変倍時に第1レンズ群G_r1は、像面に対して固定であることが望ましい。第1レンズ群G_r1には反射面が含まれているため、移動させると大きなスペースを必要とするとともに、特に、反射面をプリズムで構成している場合、重量の大きなプリズムを移動させなければならず、駆動機構に大きな負担を強いることになり好ましくない。また、第1レンズ群G_r1を変倍時に像面に対して固定にすることにより、全長変化しない光学系を得ることができ好ましい。また、鏡胴構成も簡素化することができ、撮像装置全体の低コスト化を達成することが可能になる。さらに、第1レンズ群G_r1をズーミング時に固定する構成を採用することにより、特にデジタルカメラにおいて、ズーム時移動群のコントロールのための制御系のイニシャライズが簡単になるため、主電源ON時から撮影可能状態までに必要な時間を短縮することが可能となり望ましい。

【0059】

各実施形態のズームレンズ系は、負のパワーを有する第1レンズ群G_r1に続く、第2レンズ群G_r2も負のパワーとする構成を採用している。この構成により、上記の第1レンズ群を固定にする構成を採用しやすく望ましい。

【0060】

各実施形態のズームレンズ系は、以下の条件を満足することが望ましい。

【0061】

次に、各実施の形態が満足することが好ましい条件を説明する。なお、以下の説明する個々の条件をそれぞれ単独に満足すれば、それに対応する作用効果を達成することは可能であるが、複数の条件を満足する方が、光学性能、小型化の観点からより望ましいことはいうまでもない。

【0062】

各実施形態のズームレンズ系は、以下の条件を満足することが望ましい。

【0063】

$$0.5 < |f_1| / f_2 | < 5 \dots \dots \quad (2)$$

ただし、

f₁ : 第1レンズ群G_r1の焦点距離、

f₂ : 第2レンズ群G_r2の焦点距離、

である。

【0064】

条件(2)は、第1レンズ群G_r1が負のパワーを有し、第2レンズ群G_r2が負のパワーを有する構成（例えば、実施例1乃至5）において、第1レンズ群G_r1と第2レンズ群G_r2の望ましい焦点距離比を規定している。条件(2)の下限を超えると、第1レンズ群G_r1の焦点距離が短くなりすぎると、歪曲収差（特に最短焦点距離状態での負の歪曲収差）が著しくなり、良好な光学性能を確保することが困難になる。逆に、条件(2)の上限を超えると、第1レンズ群G_r1の焦点距離が長くなりすぎると、第1レンズ群G_r1の負のパワーが弱くなり、第1レンズ群G_r1のレンズ径の増大を招くことになり、コンパクト化という点で好ましくない。

【0065】

さらに、各実施形態のズームレンズ系は、以下の条件を満足することが望ましい。

【0066】

$$1.5 < |f_{12w}| / f_w < 4 \dots \dots \quad (3)$$

ただし、

f_{12w} : 最短焦点距離状態での第1レンズ群G_r1と第2レンズ群G_r2の合成焦点距離、

10

20

40

50

f_w : 全系の最短焦点距離状態での焦点距離、
である。

【0067】

条件(3)は、第1レンズ群Gr1が負のパワーを有し、第2レンズ群Gr2が負のパワーを有する構成（例えば、実施例1乃至5）において、最短焦点距離状態での第1レンズ群Gr1と第2レンズ群Gr2の合成焦点距離に関する条件である。条件(3)の上限を超えると、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2の合成焦点距離が長くなりすぎるので全長が増大するとともに、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2の合成パワーが弱くなるのでレンズ径が大きくなる。したがって、コンパクトなズームレンズ系を得ることが困難になる。逆に、条件(3)の下限を超えると、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2の合成焦点距離が短くなりすぎるので、最短焦点距離状態で第1レンズ群Gr1と第2レンズ群Gr2で発生する負の歪曲収差が大きくなりすぎて補正が困難になる。
10

【0068】

さらに、各実施形態のズームレンズ系は、以下の条件を満足することが望ましい。

【0069】

$$0.4 < |f_{12w}| / f_3 < 1.5 \dots (4)$$

ただし、

f_{12w} : 最短焦点距離状態での第1レンズ群Gr1と第2レンズ群Gr2の合成焦点距離、

f_3 : 第3レンズ群Gr3の焦点距離、

20

である。

【0070】

条件(4)は、第1レンズ群Gr1が負のパワーを有し、第2レンズ群Gr2が負のパワーを有する構成（例えば、実施例1乃至5）において、最短焦点距離状態での第1レンズ群Gr1と第2レンズ群Gr2の合成焦点距離と第3レンズ群の焦点距離の比に関する条件である。条件(4)の上限を超えると、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2の合成焦点距離が相対的に長くなることを意味している。このため、条件(4)の上限を超えると、射出瞳位置が像側に移動することになり好ましくない。逆に、条件(3)の下限を超えると、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2の合成焦点距離が短くなりすぎるので、最短焦点距離状態で第1レンズ群Gr1と第2レンズ群Gr2で発生する負の歪曲収差が大きくなりすぎて補正が困難になる。
30

【0071】

$$2 < |f_1 / f_w| < 4 \quad (5)$$

ただし、

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離、

f_w : 全系の広角端での焦点距離、

である。

【0072】

条件式(5)は、第1レンズ群Gr1が負のパワーを有し、第2レンズ群Gr2が正のパワーを有する構成（例えば、実施例6乃至9）において、第1レンズ群Gr1の望ましい焦点距離を規定している。条件式(5)の上限を超えると、第1レンズ群Gr1の焦点距離が大きくなりすぎるので、結果として全長あるいは反射面から撮像素子までの距離を小さくすることができず望ましくない。また、第1レンズ群Gr1の負のパワーが弱くなりすぎるので第1レンズ群Gr1を構成するレンズ外径が大きくなりコンパクトなズームレンズ系を達成することができなくなる。逆に条件式(5)の下限を超えると、第1レンズ群Gr1の焦点距離が短くなりすぎるので、広角端において第1レンズ群Gr1で発生する負の歪曲が大きくなりすぎ、その補正を行うことが困難になる。
40

【0073】

各実施形態を構成している各レンズ群は、入射光線を屈折により偏向させる屈折型レンズ（つまり、異なる屈折率を有する媒質同士の界面で偏向が行われるタイプのレンズ）のみ
50

で構成されているが、これに限られない。例えば、回折により入射光線を偏向させる回折型レンズ、回折作用と屈折作用との組合せにより入射光線を偏向させる屈折・回折ハイブリッド型レンズ、入射光線を媒質内の屈折率分布により偏向させる屈折率分布レンズ等で、各レンズ群を構成してもよい。

【0074】

【実施例】

以下、本発明を実施した撮像装置に含まれるズームレンズ系の構成等を、コンストラクションデータ、収差図等を挙げて、更に具体的に説明する。ここで実施例として説明する実施例1乃至4は、前述した第1乃至第9の実施形態にそれぞれ対応しており第1乃至第9の実施形態を表すレンズ構成図（図1乃至9）は、対応する実施例1乃至9のレンズ構成をそれぞれ示している。

10

【0075】

各実施例のコンストラクションデータにおいて、 r_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) は物体側から数えて i 番目の面の曲率半径 (mm)、 d_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) は物体側から数えて i 番目の軸上面間隔 (mm) を示しており、 N_i ($i = 1, 2, 3, \dots$)、 v_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) は物体側から数えて i 番目の光学要素の d 線に対する屈折率 (N_d)、アッペ数 (v_d) を示している。また、コンストラクションデータ中、ズーミングにおいて変化する軸上面間隔は、最短焦点距離状態（広角端、W）～中間焦点距離状態（ミドル、M）～最長焦点距離状態（望遠端、T）での可変間隔の値を示す。各焦点距離状態（W）、（M）、（T）に対応する全系の焦点距離 (f , mm) 及びFナンバー (FNO) を他のデータと併せて示す。

20

【0076】

曲率半径 r_i に * が付された面は、非球面で構成された面であることを示し、非球面の面形状を表す以下の式 (AS) で定義されるものとする。各実施例の非球面データを他のデータと併せて示す。

【0077】

$$Z(h) = r - (r^2 - \varepsilon \cdot h^2)^{1/2} + (A_4 \cdot h^4 + A_6 \cdot h^6 + A_8 \cdot h^8 + \dots) \quad (\text{AS})$$

r : 非球面の近軸曲率半径、

ε : 楕円係数、

A_i : 非球面の1次の非球面係数、

《実施例 1》

$f = 5.1 - 8.9 - 14.7$

10

Fno. = 2.16 - 3.04 - 4.10

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数(νd)]

$r_1 = 17.931$

$d_1 = 1.000 \quad N_1 = 1.82302 \quad \nu_1 = 36.21$

$r_2 = 10.890$

$d_2 = 3.800$

$r_3 = \infty$

$d_3 = 12.400 \quad N_2 = 1.84666 \quad \nu_2 = 23.82$

20

$r_4 = \infty$

$d_4 = 1.500 - 3.379 - 1.696$

$r_5 = -436.249$

$d_5 = 1.000 \quad N_3 = 1.65461 \quad \nu_3 = 46.54$

$r_6 = 5.978$

$d_6 = 1.270$

30

$r_7 = 10.014$

$d_7 = 1.656 \quad N_4 = 1.84666 \quad \nu_4 = 23.82$

$r_8 = 33.402$

$d_8 = 11.535 - 4.725 - 1.020$

$r_9 = \infty$

$d_9 = 0.600$

$r_{10} = 6.649$

40

$d_{10} = 6.427 \quad N_5 = 1.75450 \quad \nu_5 = 51.57$

r11=-7.769

d11= 1.000 N6 = 1.84666 ν6 = 23.82

r12*= 30.896

d12= 2.020 - 8.365 - 14.584

r13*= -21.319

d13= 3.778 N7 = 1.52510 ν7 = 56.38

r14= -5.800

d14= 2.804 - 1.390 - 0.560

10

r15=-11.316

d15= 0.800 N8 = 1.48749 ν8 = 70.44

r16= -32.669

d16= 0.100

r17= ∞

d17= 2.000 N9 = 1.51680 ν2 = 64.20

20

r18= ∞

[非球面係数]

r5*

ε = 0.10000000D+01

A4 = -0.95247363D-05

A6 = -0.44499878D-05

A8 = 0.20201509D-06

A10= 0.15630434D-08

30

r6*

ε = 0.10000000D+01

A4 = -0.44138182D-03

A6 = -0.17905680D-04

A8 = -0.12106726D-06

40

A10= 0.25333947D-07

r13*

ε = 0.10000000D+01

A4 = 0.11420046D-02

A6 = 0.61304067D-04

A8 = -0.24678605D-05

A10= 0.38078980D-06

10

r14*

ε = 0.10000000D+01

A4 = -0.17175253D-02

A6 = 0.35415900D-04

A8 = -0.51967472D-05

A10= 0.10804669D-06

20

《実施例 2》

f = 5.1 - 8.9 - 14.7

Fno. = 2.16 - 2.97 - 4.10

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数(ν d)]

r1* = 77.048

d1 = 1.000 N1 = 1.66602 ν1 = 30.12

r2 = 10.412

d2 = 3.701

r3 = ∞

d3 = 12.400 N2 = 1.84666 ν2 = 23.82

r4 = ∞

d4 = 0.200

r5 = 12.063

30

40

$d_5 = 1.645$ $N_3 = 1.84898$ $\nu_3 = 33.15$
 $r_6 = 22.797$

$d_6 = 2.045 - 5.298 - 3.490$

$r_{7*} = 74.513$

$d_7 = 1.000$ $N_4 = 1.52510$ $\nu_4 = 56.38$

$r_{8*} = 6.297$

$d_8 = 1.041$

10

$r_9 = 7.766$

$d_9 = 1.464$ $N_5 = 1.79850$ $\nu_5 = 22.6$

$r_{10} = 10.311$

$d_{10} = 13.841 - 5.438 - 1.000$

$r_{11} = \infty$

$d_{11} = 0.600$

$r_{12} = 6.616$

20

$d_{12} = 5.892$ $N_6 = 1.75450$ $\nu_6 = 51.57$

$r_{13} = -10.215$

$d_{13} = 1.000$ $N_7 = 1.84666$ $\nu_7 = 23.82$

$r_{14*} = 18.124$

$d_{14} = 2.079 - 8.055 - 15.451$

$r_{15*} = -23.464$

$d_{15} = 3.400$ $N_8 = 1.52510$ $\nu_8 = 56.82$

30

$r_{16} = -6.333$

$d_{16} = 2.476 - 1.650 - 0.500$

$r_{17} = 14.316$

$d_{17} = 1.000$ $N_9 = 1.84833$ $\nu_9 = 29.89$

$r_{18} = 10.360$

$d_{18} = 0.907$

$r_{19} = \infty$

40

$d_{19} = 2.000$ $N_{10} = 1.51680$ $\nu_{10} = 64.20$

r20= ∞

[非球面係数]

r1*

$\epsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = 0.63638407E-04$
 $A_6 = -0.36516691E-06$
 $A_8 = 0.15861666E-08$

10

r7*

$\epsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = -0.63173747E-03$
 $A_6 = 0.42880271E-04$
 $A_8 = -0.13655536E-05$
 $A_{10} = 0.17341485E-07$

20

r8*

$\epsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = -0.78352207E-03$
 $A_6 = 0.45124782E-04$
 $A_8 = -0.17639048E-05$
 $A_{10} = 0.22553499E-07$

30

r15*

$\epsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = 0.10864595E-02$
 $A_6 = 0.63616957E-04$
 $A_8 = -0.36734216E-05$
 $A_{10} = 0.41688467E-06$

40

r16*

 $\epsilon = 0.1000000E+01$ $A4 = -0.14356439E-02$ $A6 = 0.25426605E-04$ $A8 = -0.32121190E-05$ $A10 = 0.95302924E-07$

10

《実施例 3》

 $f = 4.5 - 7.9 - 12.9$ $Fno. = 2.1 - 2.8 - 3.7$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数(νd)]

r1 = 4101.218

 $d1 = 0.700 \quad N1 = 1.78589 \quad \nu 1 = 44.20$

20

r2 = 19.552

 $d2 = 0.900$ r3 = ∞ $d3 = 8.000 \quad N2 = 1.84666 \quad \nu 2 = 23.82$

30

r4 = ∞ $d4 = 1.000 - 3.596 - 1.000$

r5* = 56.521

 $d5 = 0.800 \quad N3 = 1.57501 \quad \nu 3 = 41.49$

r6* = 4.357

 $d6 = 1.021$

r7 = 7.895

 $d7 = 1.6000 \quad N4 = 1.84666 \quad \nu 4 = 23.82$

40

r8 = 21.921

 $d8 = 10.752 - 3.530 - 0.969$ r9 = ∞

d9 = 0.650

r10=5.274

d10= 4.755 N5 = 1.75450 ν 5 = 51.57

r11=-9.977

d11= 0.010 N6 = 1.51400 ν 6 = 42.83

r12=-9.977

d12= 0.800 N7 = 1.84666 ν 7 = 23.82

10

r13*=15.094

d13= 2.179 - 7.261 - 12.815

r14*=-25.000

d14= 3.200 N8 = 1.52510 ν 8 = 56.38

r15*=-5.767

d15= 1.453 - 0.996 - 0.600

r16= 10.099

20

d16= 0.983 N9 = 1.70055 ν 9 = 30.11

r17= 6.767

d17= 0.948

r18= ∞

d18= 1.500 N10= 1.51680 ν 10= 64.20

r19= ∞

30

[非球面係数]

r5*

ϵ = 0.10000000E+01

A4 = -0.44053024E-03

A6 = -0.45582866E-04

A8 = 0.56807258E-05

A10= -0.21748168E-06

40

r6*

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = -0.19077667E-02$
 $A_6 = -0.45431102E-04$
 $A_8 = -0.17609821E-05$
 $A_{10} = -0.26911785E-08$

10

r13*

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = 0.24256912E-02$
 $A_6 = 0.13113475E-03$
 $A_8 = -0.19935678E-05$
 $A_{10} = 0.20427432E-05$

20

r14*

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = -0.76241384E-03$
 $A_6 = -0.45684352E-04$
 $A_8 = 0.74367662E-05$
 $A_{10} = 0.17395830E-06$

30

r15*

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = 0.16617833E-02$
 $A_6 = -0.97370809E-04$
 $A_8 = 0.83998804E-05$

40

《実施例4》

$f = 4.5 - 7.6 - 12.9$

Fno. = 2.1 - 2.8 - 2.97

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数(ν d)]

r1 = -25.000

d1 = 0.800 N1 = 1.63980 ν1 = 34.55

r2 = -115.843

d2 = 0.100

r3 = ∞

d3 = 9.200 N2 = 1.84666 ν2 = 23.82

r4 = ∞

d4 = 1.000 - 4.551 - 2.772

r5*= 21.359

d5 = 0.800 N3 = 1.83400 ν3 = 37.15

r6*= 5.824

d6 = 3.352

r7 = 14.337

d7 = 1.500 N4 = 1.84666 ν4 = 23.82

r8 = 52.503

d8 = 12.765 - 4.785 - 0.910

r9 = ∞

d9 = 0.700

r10= 12.888

d10= 2.200 N5 = 1.75450 ν5 = 51.57

r11= -36.914

d11= 0.100

r12= 4.598

d12= 3.800 N6 = 1.48749 ν6 = 70.44

r13= 181.628

d13= 0.010 N7 = 1.51400 ν7 = 42.83

r13= 181.628

10

20

30

40

d14 = 1.000 N8 = 1.84666 ν 8 = 23.82

r15* = 3.955

d15= 1.500 - 6.298 - 12.506

r16* = 10.062

d16= 2.000 N9 = 1.48749 ν 9 = 70.44

r17*=-8.840

d17= 1.472 - 1.104 - 0.600

10

r18= ∞

d18= 1.700 N10= 1.51680 ν 10= 64.20

r19= ∞

[非球面係数]

r5*

ϵ = 0.10000000E+01

20

A4 = 0.28920160E-03

A6 = -0.24770223E-04

A8 = 0.40226114E-06

r6*

ϵ = 0.10000000E+01

30

A4 = -0.28416506E-03

A6 = -0.39127534E-04

A8 = 0.10049102E-06

r15*

ϵ = 0.10000000E+01

40

A4 = 0.22971891E-02

A6 = 0.61362182E-04

A8 = 0.38054044E-04

r16*

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = 0.29657551E-02$
 $A_6 = -0.32988137E-03$
 $A_8 = 0.18146796E-04$

r17*

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = 0.65616586E-02$
 $A_6 = -0.68518707E-03$
 $A_8 = 0.33543925E-04$

10

《実施例 5》

 $f = 4.5 - 7.9 - 12.9$

20

 $Fno. = 2.1 - 2.89 - 3.8$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数(νd)]

r1 = 16.688

 $d1 = 0.800 \quad N1 = 1.54072 \quad \nu 1 = 47.22$

r2 = 7.343

 $d2 = 2.500$ r3 = ∞ $d3 = 8.400 \quad N2 = 1.84666 \quad \nu 2 = 23.82$

30

r4 = ∞ $d4 = 1.500 - 2.971 - 1.500$

r5*=164.473

 $d5 = 0.800 \quad N3 = 1.62004 \quad \nu 3 = 36.26$

r6*= 4.995

 $d6 = 1.353$

40

r7 = 10.132

d7 = 2.267 N4 = 1.84666 ν4 = 23.82
 r8 = 69.912

d8 = 11.101 - 4.724 - 0.862

r9 = ∞

d9 = 0.650

r10= 5.681

d10= 5.504 N5 = 1.75450 ν5 = 51.57

10

r11= -10.007

d11= 0.010 N6 = 1.51400 ν6 = 42.83

r12 =-10.007

d12= 0.800 N7 = 1.84666 ν7 = 23.82

r13*= 13.518

d13= 1.987 - 8.774 - 14.499

r14*= 72.616

d14= 3.700 N8 = 1.52510 ν8 = 56.38

20

r15*=-8.793

d15= 3.078 - 1.197 - 0.806

r16= ∞

d16= 1.500 N9 = 1.51680 ν9 = 64.20

[非球面係數]

30

r5*

ϵ = 0.1000000E+01

A4 = -0.50212557E-03

A6 = 0.58262738E-04

A8 = -0.45960476E-05

A10= 0.10745067E-06

40

r6*

$\varepsilon = 0.1000000E+01$
A4 = -0.17341477E-02
A6 = 0.76117570E-04
A8 = -0.99234139E-05
A10= 0.25780579E-06

r13*

10

$\varepsilon = 0.1000000E+01$
A4 = 0.22365769E-02
A6 = 0.79579971E-04
A8 = 0.53500363E-05
A10= 0.10651891E-05

r14*

20

$\varepsilon = 0.1000000E+01$
A4 = -0.74920577E-03
A6 = -0.44003627E-04
A8 = -0.46232075E-05
A10= 0.52351697E-06

r15*

30

$\varepsilon = 0.1000000E+01$
A4 = 0.27419718E-03
A6 = -0.15545535E-03
A8 = 0.68734468E-05

《実施例 6》

f = 5.1 - 8.9 - 14.7
Fno. = 2.24 - 2.98 - 4.10

40

[曲率半径]	[軸上面間隔]	[屈折率(Nd)]	[アッペ数(νd)]
r1* = 17.487	d1 = 1.000	N1 = 1.733922	ν1 = 29.35
r2 = 10.704	d2 = 3.877		
r3 = ∞			
	d3 = 12.400	N2 = 1.84666	ν2 = 23.82
r4 = ∞	d4 = 1.500		
r5* = 213.855	d5 = 1.000	N3 = 1.61203	ν3 = 52.33
r6* = 5.360	d6 = 1.317		
r7 = 9.257	d7 = 1.649	N4 = 1.84666	ν4 = 23.82
r8 = 23.872	d8 = 12.037 - 4.771 - 1.000		
r9 = ∞	d9 = 0.600		
r10 = 6.464	d10 = 6.219	N5 = 1.75450	ν5 = 51.57
r11 = 7.306	d11 = 1.000	N6 = 1.84666	ν6 = 23.82
r12* = 33.980	d12 = 2.038 - 7.101 - 13.534		
r13* = -17.735	d13 = 3.475	N7 = 1.52510	ν7 = 56.38
r14 = -5.800	d14 = 2.546 - 1.749 - 0.500		

10

20

30

40

r15= -10.504

d15= 1.000 N8 = 1.48749 v8 = 70.44

r16= -32.714

d16= 0.109

r17= ∞

d17= 2.000 N9 = 1.51680 v9 = 64.20

r18= ∞

10

[非球面係數]

r5*

ϵ = 0.1000000E+01

A4 = -0.17088362E-03

A6 = -0.59468528E-06

A8 = 0.17670065E-06

A10= -0.21232398E-09

20

r6*

ϵ = 0.1000000E+01

A4 = -0.78520204E-03

A6 = -0.18852025E-04

A8 = -0.22264586E-06

A10= 0.62844746E-08

30

r13*

$\epsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = 0.12126439E-02$
 $A_6 = 0.68930495E-04$
 $A_8 = -0.29394404E-05$
 $A_{10} = 0.46789735E-06$

10

r14*

$\epsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = -0.16889906E-02$
 $A_6 = 0.41032113E-04$
 $A_8 = -0.67973071E-05$
 $A_{10} = 0.22276351E-06$

20

《実施例7》

 $f = 5.8 - 11.6 - 16.7$ $Fno. = 3.60 - 3.60 - 3.66$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数(νd)]

 $r1* = -11.725$ $d1 = 1.200 \quad N1 = 1.49310 \quad \nu 1 = 83.58$

30

 $r2* = 13.872$ $d2 = 1.410$ $r3 = \infty$ $d3 = 7.000 \quad N2 = 1.84666 \quad \nu 2 = 23.82$ $r4 = \infty$ $d4 = 22.033 - 8.278 - 0.600$ $r5 = 6.671$ $d5 = 2.562 \quad N3 = 1.75450 \quad \nu 3 = 51.57$

40

 $r6 = 35.072$

d6 = 0.600

r7 = ∞

d7 = 0.600

r8* = 18.236

d8 = 0.800 N4 = 1.84666 $\nu 4$ = 23.82

r9* = 8.198

d9 = 7.034 - 16.244 - 14.414

10

r10 = 39.487

d10 = 2.334 N5 = 1.49310 $\nu 5$ = 83.58

r11 = -13.184

d11 = 3.125 - 7.669 - 17.177

r12 = 21.757

d12 = 0.800 N6 = 1.84666 $\nu 6$ = 23.82

r13 = 9.428

20

d13 = 0.175

r14 = 10.828

d14 = 2.272 N7 = 1.50467 $\nu 7$ = 59.44

r15* = -70.639

d15 = 1.665

r16 = ∞

d16 = 2.000 N8 = 1.51680 $\nu 8$ = 64.20

30

r17 = ∞

[非球面係数]

r1*

ϵ = 0.10000E+01

A4 = 0.39770E-03

A6 = 0.48251E-05

40

A8 = -0.13574E-06

A10= 0.82447E-09

r2*

ϵ = 0.10000E+01
A4 = 0.12088E-03
A6 = 0.37656E-05
A8 = 0.23199E-06
A10= -0.73492E-08

10

r8*

ϵ = 0.10000E+01
A4 = 0.53711E-03
A6 = 0.22090E-04
A8 = -0.48503E-05
A10= 0.21033E-06

20

r9*

ϵ = 0.10000E+01
A4 = 0.14617E-02
A6 = 0.84785E-04
A8 = -0.97230E-05
A10= 0.62378E-06

30

r15*

ϵ = 0.10000E+01
A4 = 0.11315E-02
A6 = -0.58783E-04
A8 = 0.63291E-05
A10= -0.18581E-06

40

《実施例8》

 $f = 6.0 - 12.0 - 17.3$ $Fno. = 3.60 - 3.60 - 3.60$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数(νd)]

 $r1* = -72.486$ $d1 = 1.200 \quad N1 = 1.49310 \quad \nu 1 = 83.58$

10

 $r2* = 8.054$ $d2 = 2.476$ $r3 = \infty$ $d3 = 9.000 \quad N2 = 1.84666 \quad \nu 2 = 23.82$ $r4 = \infty$ $d4 = 21.244 - 4.060 - 0.600$ $r5 = 6.766$ $d5 = 2.652 \quad N3 = 1.79719 \quad \nu 3 = 45.34$

20

 $r6 = 17.430$ $d6 = 1.000$ $r7 = \infty$ $d7 = 0.686$ $r8* = 93.830$ $d8 = 0.800 \quad N4 = 1.84666 \quad \nu 4 = 23.82$

30

 $r9* = 12.440$ $d9 = 3.714 - 12.381 - 9.898$ $r10 = 22.538$ $d10 = 2.473 \quad N5 = 1.49310 \quad \nu 5 = 83.58$ $r11 = -15.873$ $d11 = 1.500 - 9.644 - 21.642$ $r12 = -11.841$ $d12 = 0.800 \quad N6 = 1.84666 \quad \nu 6 = 23.82$

40

r13 = -27.408

d13 = 0.100

r14 = 16.037

d14 = 2.349 N7 = 1.72904 v7 = 52.47

r15* = -57.477

d15 = 6.683 - 7.055 - 1.000

r16 = ∞

d16 = 2.000 N8 = 1.51680 v8 = 64.20

10

r17 = ∞

[非球面係數]

r1*

ϵ = 0.10000E+01

A4 = -0.24017E-05

20

A6 = 0.29455E-05

A8 = -0.30412E-07

A10= 0.12502E-10

r2*

ϵ = 0.10000E+01

A4 = -0.18797E-03

30

A6 = -0.38877E-05

A8 = 0.34374E-06

A10= -0.63589E-08

r8*

ϵ = 0.10000E+01

A4 = 0.58124E-03

40

A6 = 0.33012E-04

A8 = -0.45331E-05

A10= 0.17297E-06

r9*

ε = 0.10000E+01

A4 = 0.13667E-02

A6 = 0.79666E-04

10

A8 = -0.97230E-05

A10= -0.77035E-05

r15*

ε = 0.10000E+01

A4 = 0.63869E-04

A6 = -0.71764E-04

20

A8 = 0.36999E-05

A10= -0.66315E-06

《実施例9》

f = 5.8 - 11.6 - 16.7

Fno. = 3.60 - 3.60 - 3.60

30

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数(νd)]

r1* = -14.542

d1 = 1.200 N1 = 1.49310 ν 1 = 83.58

r2* = 12.397

d2 = 1.494

r3 = ∞

d3 = 7.000 N2 = 1.84666 ν 2 = 23.82

r4 = ∞

40

d4 = 22.039 - 8.570 - 0.600

r5* = 7.238

d5 = 2.651 N3 = 1.71300 ν3 = 53.93

r6 = 48.781

d6 = 0.677

r7 = ∞

d7 = 0.600 - 0.931 - 1.000

r8* = 25.723

10

d8 = 0.805 N4 = 1.84666 ν4 = 23.82

r9* = 10.714

d9 = 6.475 - 16.205 - 14.774

r10 = 42.281

d10 = 2.322 N5 = 1.49310 ν5 = 83.58

r11 = -13.537

d11 = 4.243 - 7.651 - 16.983

20

r12 = 19.872

d12 = 0.800 N6 = 1.84666 ν6 = 23.82

r13 = 8.858

d13 = 0.100

r14 = 6.329

d14 = 2.301 N7 = 1.48749 ν7 = 70.44

r15* = 16.784

30

d15 = 0.996

r16 = ∞

d16 = 2.000 N8 = 1.51680 ν2 = 64.20

r17 = ∞

[非球面係数]

r1*

40

ε = 0.10000E+01

A4 = 0.31440E-03
A6 = 0.40741E-05
A8 = -0.13254E-06
A10= 0.88372E-09

r2*

ε = 0.10000E+01
A4 = -0.14549E-03
A6 = 0.90366E-05
A8 = 0.23593E-06
A10= -0.68590E-08

10

r8*

ε = 0.10000E+01
A4 = 0.60518E-03
A6 = 0.22274E-04
A8 = -0.54357E-05
A10= 0.24817E-06

20

r9*

ε = 0.10000E+01
A4 = 0.13444E-02
A6 = 0.68972E-04
A8 = -0.94129E-05
A10= -0.53475E-06

30

r15*

ε = 0.10000E+01
A4 = 0.12639E-02
A6 = -0.11077E-04
A8 = 0.48956E-05
A10= -0.16001E-06

40

図10乃至図18は実施例1～実施例9の収差図であり、各実施例のズームレンズ系の無限遠合焦状態での収差を表している。図10乃至図18中、(W)は最短焦点距離状態、

50

(M) は中間焦点距離状態、(T) は最長焦点距離状態における諸収差(左から順に、球面収差等、非点収差、歪曲収差、Y' (mm) は撮像素子上での最大像高(光軸からの距離に相当))を示している。球面収差図において、実線(d)はd線に対する球面収差、一点鎖線(g)はg線に対する球面収差、二点鎖線(c)はc線に対する球面収差、破線(SC)は正弦条件を表している。非点収差図において、破線(DM)はメリディオナル面での非点収差、実線(DS)はサジタル面での非点収差を表している。また、歪曲収差図において、実線はd線に対する歪曲%を表している。

【0078】

【発明の効果】

以上説明したように、各実施形態のズームレンズ系によれば、高性能で高倍率ズームレンズ系を備えながら、コンパクトな、撮像装置を提供することができる。 10

【図面の簡単な説明】

- 【図1】第1の実施形態(実施例1)のレンズ構成図。
- 【図2】第2の実施形態(実施例2)のレンズ構成図。
- 【図3】第3の実施形態(実施例3)のレンズ構成図。
- 【図4】第4の実施形態(実施例4)のレンズ構成図。
- 【図5】第5の実施形態(実施例1)のレンズ構成図。
- 【図6】第6の実施形態(実施例2)のレンズ構成図。
- 【図7】第7の実施形態(実施例3)のレンズ構成図。
- 【図8】第8の実施形態(実施例4)のレンズ構成図。
- 【図9】第9の実施形態(実施例4)のレンズ構成図。
- 【図10】実施例1の無限遠合焦状態での収差図。
- 【図11】実施例2の無限遠合焦状態での収差図。
- 【図12】実施例3の無限遠合焦状態での収差図。
- 【図13】実施例4の無限遠合焦状態での収差図。
- 【図14】実施例5の無限遠合焦状態での収差図。
- 【図15】実施例6の無限遠合焦状態での収差図。
- 【図16】実施例7の無限遠合焦状態での収差図。
- 【図17】実施例8の無限遠合焦状態での収差図。
- 【図18】実施例9の無限遠合焦状態での収差図。
- 【図19】本発明の概略を示す構成図。

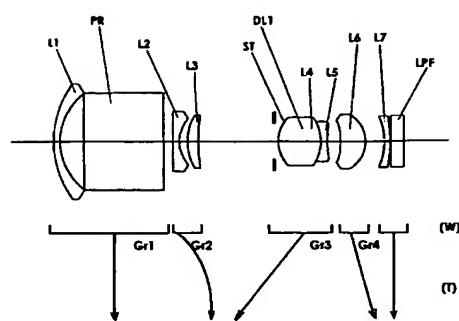
【符号の説明】

- L P F : 光学的ローパスフィルタに相当する平行平面板
- S R : 撮像素子
- T L : ズームレンズ系
- G r 1 : 第1レンズ群G r 1
- G r 2 : 第2レンズ群G r 2
- P R : 内面反射プリズム
- S T : 絞り

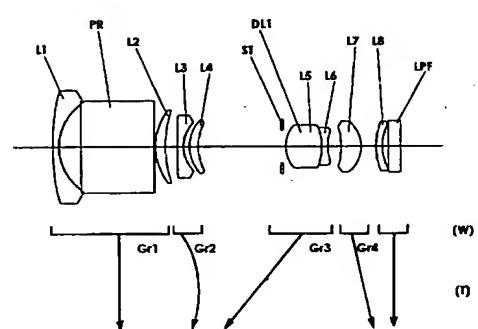
20

30

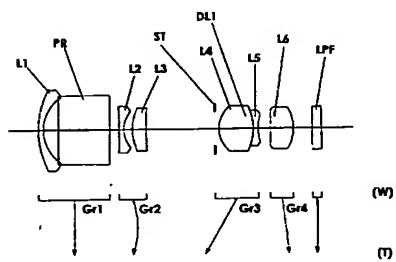
【図 1】



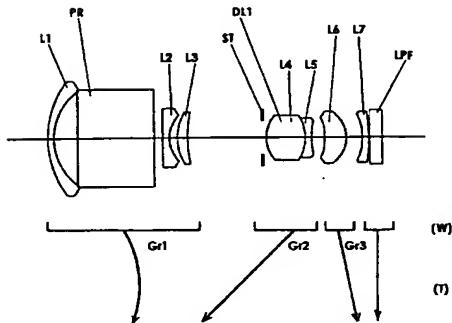
【図 2】



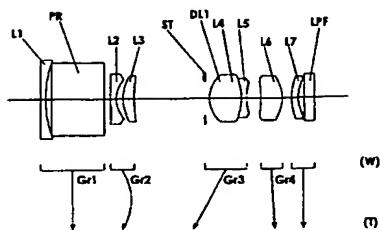
【図 5】



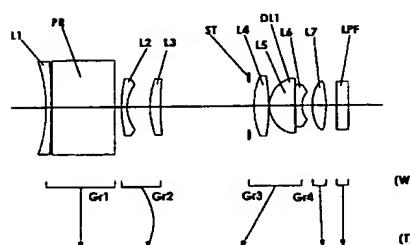
【図 6】



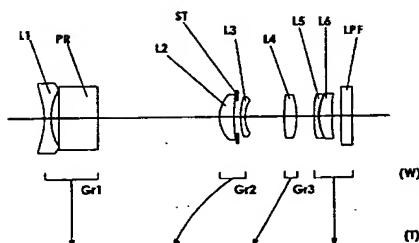
【図 3】



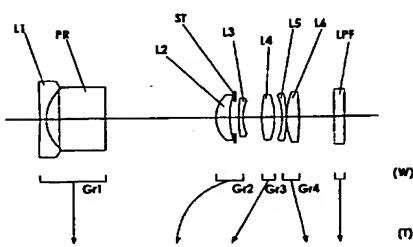
【図 4】



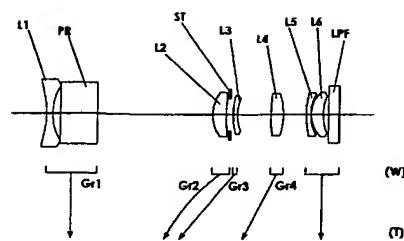
【図 7】



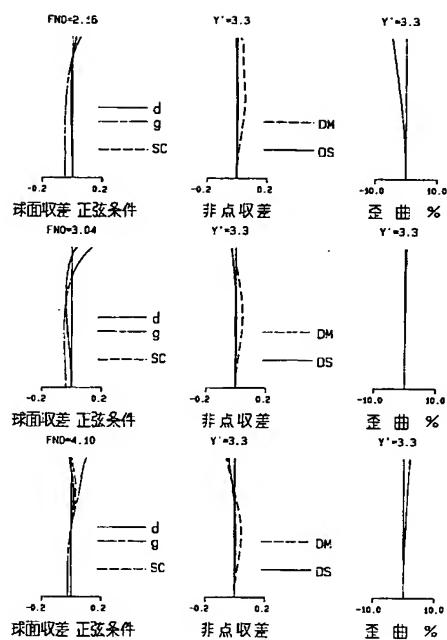
【図 8】



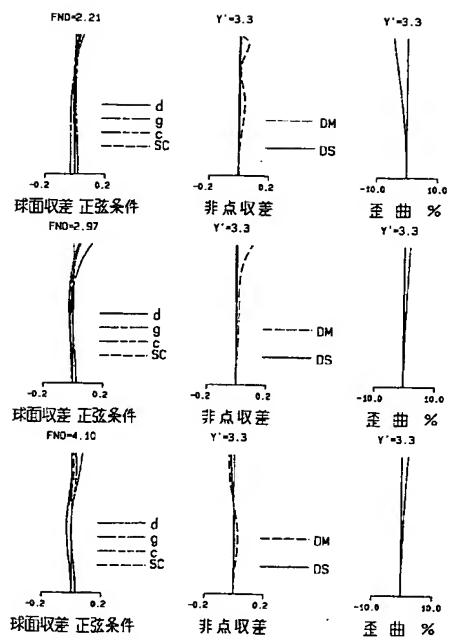
【図 9】



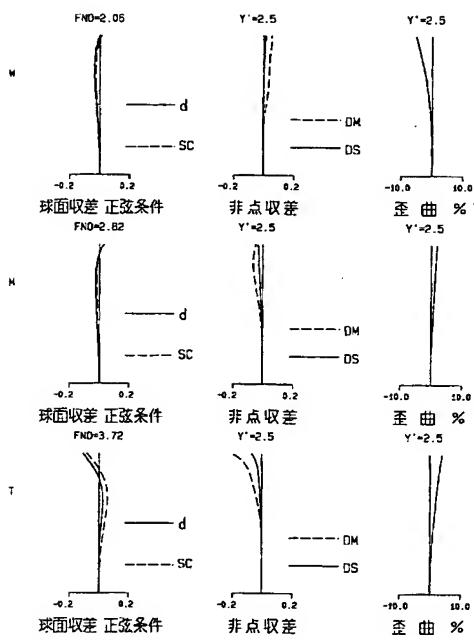
【図 10】



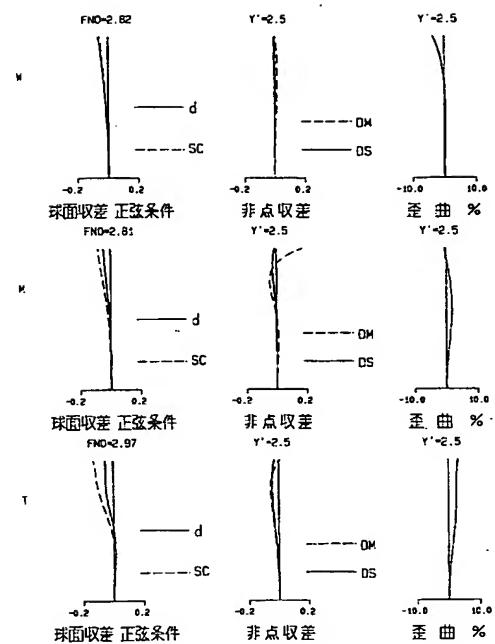
【図 11】



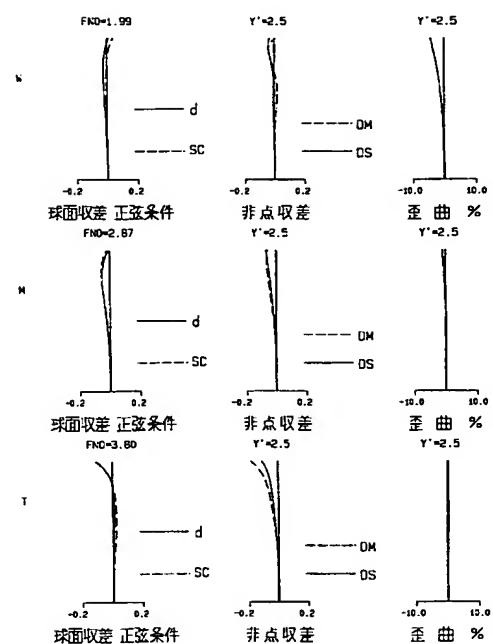
【図 12】



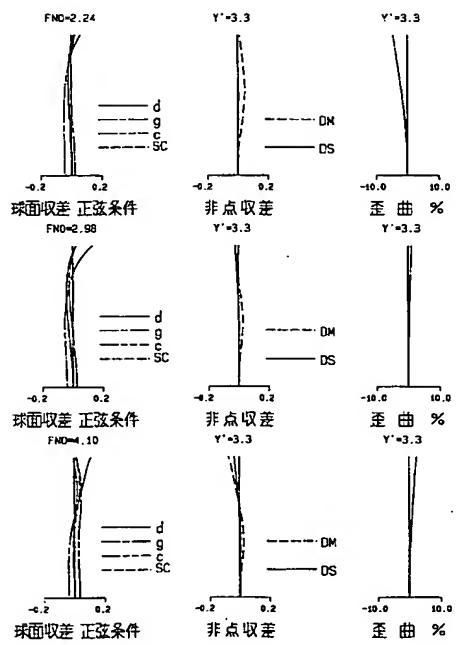
【図13】



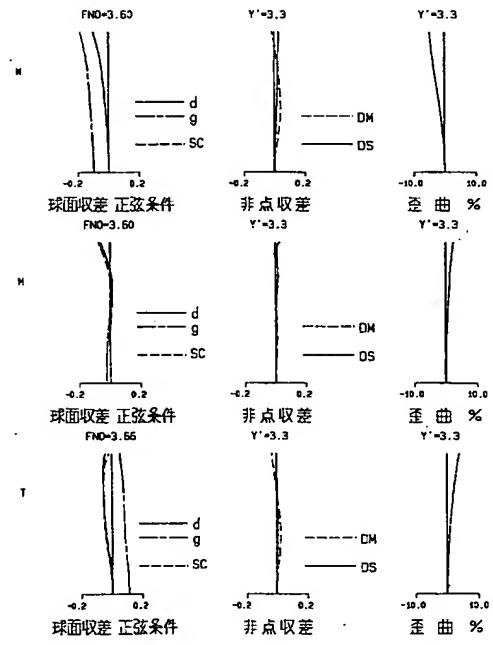
【図14】



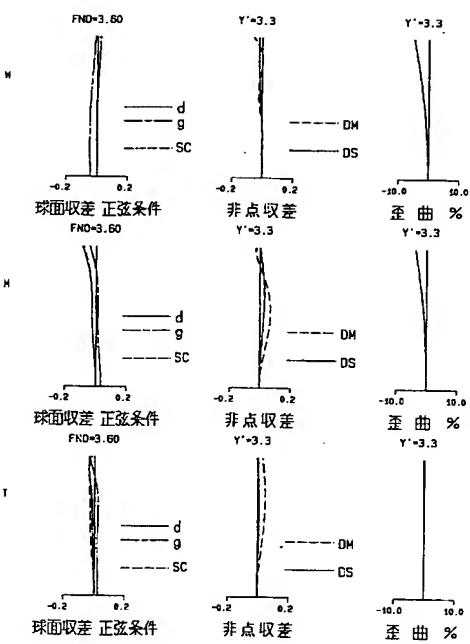
【図15】



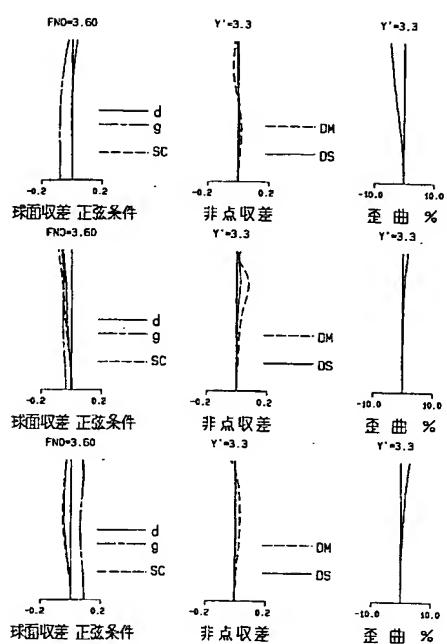
【図16】



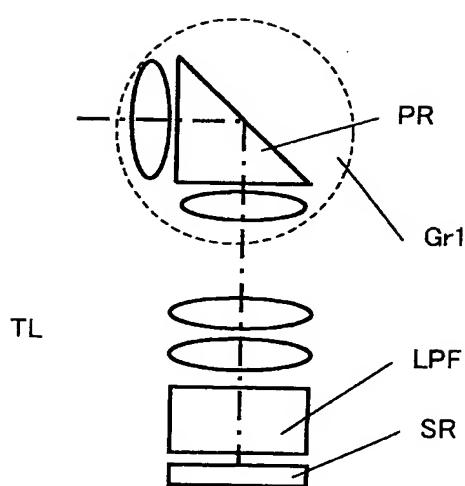
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

// H 0 4 N 101:00

F I

H 0 4 N 101:00

テーマコード (参考)

(72) 発明者 石丸 和彦

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

F ターム(参考) 2H083 AA09 AA26

2H087 KA01 PA05 PA06 PA18 PB06 PB07 QA02 QA06 QA07 QA17
RA05 RA12 RA13 RA36 RA41 RA42 RA43 SA41 SA44 SA45
SA48 SA51 SA54 SA63 SA64 SA65 SA72 SB02 SB03 SB04
SB12 SB13 SB22 SB23 SB32 SB33 SB42 SB43
5C022 AA13 AB66 AC42 AC54 AC55

THIS PAGE BLANK (USPTO)